



**PRACOWNIA PROJEKTOWA mgr inż. ROBERT MITUTA**

**Specjalność Drogowa : Projektowanie – Wizualizacje – Nadzór**

Ul. Niemcewicza 22/23 71-520 Szczecin

email: [robertmituta@interia.pl](mailto:robertmituta@interia.pl) tel. 504-159-764

NIP 855-133-79-52 REGON 812098522

# **PROJEKT**

## **ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY**

### ***Branża konstrukcje***

**UMOWA: 57/WIM/2007**

*Nazwa i adres obiektu:*

Budowa tablicy informacyjnej o sytuacji na  
przeprawach promowych w Świnoujściu

**Nazwa i adres**

**Miasto Świnoujście  
ul. Wojska Polskiego 1/5  
72-600 Świnoujście**

<b>Imię i Nazwisko</b>	<b>Stanowisko</b>	<b>Branża</b>	<b>Nr uprawnień</b>	<b>Podpis</b>
mgr inż. Irena Ciesielska	Projektant	<b>Konstrukcje</b>	198/Sz/76	
mgr inż. Gustaw Kordas	Sprawdzający		137/Sz/72	

Szczecin, lipiec 2007

## **Zawartość opracowania:**

### **I. Część Opisowa**

- Opis techniczny

### **II. Część rysunkowa**

1	Rysunek ogólny	skala 1:50
2	Rysunek wykonawczy fundamentu	skala 1:50
3	Rysunek wykonawczy słupa	skala 1:10
4	Rysunek wykonawczy rygla dolnego	skala 1:10
5	Rysunek wykonawczy rygla górnego	skala 1:10
6	Rysunek wykonawczy płatwii	skala 1:10
7	Szczegół kotwienia w fundamencie	skala 1:10
8	Szczegół połączenia A	skala 1:10
9	Szczegół połączenia B	skala 1:10
10	Szczegół mocowania płatwii do rygli	skala 1:10

# ***CZĘŚĆ OPISOWA***

# **OPIS TECHNICZNY**

## **DO PROJEKTU ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANEGO**

### **BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ**

#### 1. Temat opracowania

Tematem opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy do projektu „Budowa tablicy informacyjnej o sytuacji na przeprawach promowych w Świnoujściu” branży konstrukcyjnej.

#### 2. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania jest :

- Umowa nr 57/WIM/2007 z dnia 14.06.2007
- Zlecenie od Pracowni Projektowej „Promit” opracowania projektu branży konstrukcyjno-budowlanej
- Opinia o geotechnicznych warunkach posadowienia budowli
- Podkład sytuacyjno – wysokościowy w skali 1:500
- Obowiązujące normy i przepisy

#### 3. Zakres opracowania

Opracowanie swoim zakresem obejmuje projekt budowlano-wykonawczy branży konstrukcyjnej konstrukcji wsporczej pod tablicę informacyjną o sytuacji na przeprawach promowych w Świnoujściu.

#### 4. Geotechniczne warunki posadowienia budowli

Dla potrzeb opracowania sporządzono dokumentację „Opinia geotechniczna do celów projektowych” opracowaną przez Eko-Geo Andrzej Piotrowski. Przeprowadzono badanie podłoża gruntowego do głębokości 5,0m p.p.t. Lokalizacja charakteryzuje się średniokorzystnymi warunkami posadowienia, warunki wodno-gruntowe określono jako proste. Stwierdzono występowanie w rejonie przewidzianego posadowienia następujących warstw geotechnicznych:

- warstwa nasypu niekontrolowanego i grunty próchnicze
- warstwa piasków drobnych ciemno szare, osad jest nawodniony o charakterystycznym stopniu zagęszczenia  $I_D=0,4$
- warstwa piasków drobnych, ciemnoszarych nawodnione o charakterystycznym stopniu zagęszczenia  $I_D>0,5$ .

## 5. Opis projektowanego obiektu

Projektowany obiekt stanowi konstrukcję wsporczą pod tablicę informującą o sytuacji na przeprawach promowych w Świnoujściu. Zaprojektowano konstrukcję obiektu w postaci stalowego słupa wraz z wysięgnikami – ryglami poziomymi do mocowania tablicy. Przyjęto utwierdzenie słupa za pośrednictwem stalowych kotew fundamentowych w żelbetowej stopie fundamentowej. Przyjęto bezpośrednie posadowienie budowli.

### 5.1. Fundament

Przyjęto fundament w postaci kwadratowej stopy fundamentowej, wykonany na warstwie chudego betonu o grubości min. 10cm. Z uwagi na warunki wodno-gruntowe przyjęto poziom posadowienia wynosi -2.0 m.p.p.t. Stopa fundamentowa składa się z płyty podstawy i trzonu. Wymiary podstawy stopy wynoszą szer. x dł. = 6,3x6,3m, trzon fundamentu ma wymiary 2,0x2,0x 1,4m. Zbrojenie stopy stanowią:

- siatka dołem z prętów  $\varnothing 20$  o wymiarze oczka 300mm, stal A-II 18G2
- 42 prętów pionowych  $\varnothing 20$  w trzonie fundamentu, stal A-II 18G2
- strzemiona poziome w trzonie fundamentu  $\varnothing 10$  stal A-0 St0S,
- strzemiona  $\varnothing 10$  stal A-0 St0S, łączące kotwy płytkowe

Zaprojektowano umieszczenie 12 płytkowych kotew fundamentowych o średnicy  $\varnothing 42$  i o długości  $l = 2,0m$  ze stali S355 do mocowania stalowej konstrukcji wsporczej.

Przewidziano wykonanie powierzchni płyty ze spadkiem  $\sim 2.4\%$ , co odpowiada różnicy wysokości 5 cm pomiędzy krawędzią płyty a trzonem.

W fundamencie należy umieścić rurę do prowadzenia przewodów kablowych z tworzywa sztucznego. Dobór elementów według projektu branży elektrycznej.

Beton fundamentu C 20/25 (B25), beton warstwy podkładowej C8/10 (B10), minimalne otulenie prętów zbrojenia głównego – 7cm.

### 5.2. Konstrukcja stalowa

Na konstrukcję stalową składa się:

- słup stalowy, z rury stalowej ze szwem  $\varnothing 914$  gr. 12.5mm, stal St3SY
- wysięgnik, składający się z dwóch rygli poziomych zbudowanych z rur stalowych  $\varnothing 610$  gr. 11mm stal St3SY, połączonych ze sobą słupkami z rur  $\varnothing 457$  gr. 8mm stal St3SY
- 4 płatwii do mocowania tablicy IPE 160 stal St3SY, połączonych z wysięgnikiem.

Połączenia pomiędzy poszczególnymi elementami konstrukcji stalowej przewidziano jako:

- połączenie spawane teowe, ze spoiną obwodową – dotyczy połączenia rygli ze słupem i słupków z ryglami, w ramach tego połączenia przyjęto dopasowanie kształtu elementu o mniejszej średnicy do powierzchni bocznej elementu o średnicy większej.
- połączenie zwykłe śrubowe, z użyciem blach węzłowych - dotyczy połączenia płatwi ryglami wsporników
- połączenie zwykłe śrubowe doczołowe, dotyczy połączeń pomiędzy poszczególnymi elementami składowymi słupa i połączeń pomiędzy poszczególnymi odcinkami słupków pomiędzy ryglami.

### 5.3. Zakotwienie w fundamencie

Przewidziano zamocowanie konstrukcji stalowej w fundamencie poprzez zakotwienie za pomocą 12 śrub fundamentowych  $\varnothing 42\text{mm}$  (stal S355). Przewidziano wykonanie poziomej blachy podstawy o grubości 38 mm (stal St3S), połączonej z trzonem słupa poprzez spoinę pachwinową obwodową oraz 12 żeberk usztywniających.

Przewidziano montaż podstawy słupa na nakrętkach  $\varnothing 42\text{mm}$  zamontowanych na kotwy, ustawionych na możliwie małej wysokości od górnej powierzchni fundamentu, zapewniającej wypoziomowanie wszystkich nakrętek znajdujących się na kotwach fundamentowych.

Po ustawieniu słupa na tak przygotowanych kotwach z nakrętkami należy dokonać rektyfikacji trzonu słupa, poprzez regulacje wysokości nakrętkami znajdującymi się pod blachą podstawy słupa. Po rektyfikacji należy dokręcić nakrętki góry, stosując moment dokręcenia według dokumentacji rysunkowej i montując kontrnakrętki.

## 6. Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji

### 6.1. Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji betonowej

Przewidziano zabezpieczenie konstrukcji betonowej fundamentu poprzez pokrycie emulsją bitumiczną rozpuszczalnikową Abizol. Podkład powinien być suchy, a jego wilgotność nie powinna przekraczać 5%. W elementach nowobudowanych zabezpieczanie można rozpocząć nie wcześniej jak po 21 dniach od ukończenia betonowania. Zaleca się, aby beton był co najmniej 28 dniowy. Powierzchnia podkładu pod izolację powłokową z materiałów bitumicznych powinna być równa, bez wgłębień, wypukłości oraz pęknięć, czysta, odtłuszczona i odpylona.

## 6.2. Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej

Przewidziano zabezpieczenie konstrukcji w postaci cynkowania metodą zanurzeniową. Zasadnicze zabezpieczenie konstrukcji stalowej przed korozją wykonywane jest w Wytwórni, gdzie wykonuje się wszystkie warstwy powłoki zabezpieczającej przed korozją. Grubość powłoki cynkowej powinna być zgodna z PN-EN ISO 1461. Po ukończeniu montażu należy sprawdzić ciągłość powłoki antykorozyjnej, ewentualnie dokonać napraw.

## 7. Wyciąg z obliczeń statycznych

Przeprowadzono pełne obliczenia statyczno-wytrzymałościowe. Pełne obliczenia stanowią załącznik do egzemplarza jednostki projektowej. Poniżej zamieszczono wyciąg z tych obliczeń.

### 7.1. Obciążenia

	w.charakt.	w. obliczeniowa
ciężar własny konstrukcji stalowej:	78,5 kN./m <sup>3</sup>	86.35 kN./m <sup>3</sup>
ciśnienie wiatru (tablica):	2.08 kN./m <sup>2</sup>	2.71kN./m <sup>2</sup>
ciśnienie wiatru (el. konstrukcji)	1.22kN/m <sup>2</sup>	1.59kN/m <sup>2</sup>
ciężar własny tablicy świetlnej	8kN	11.2kN

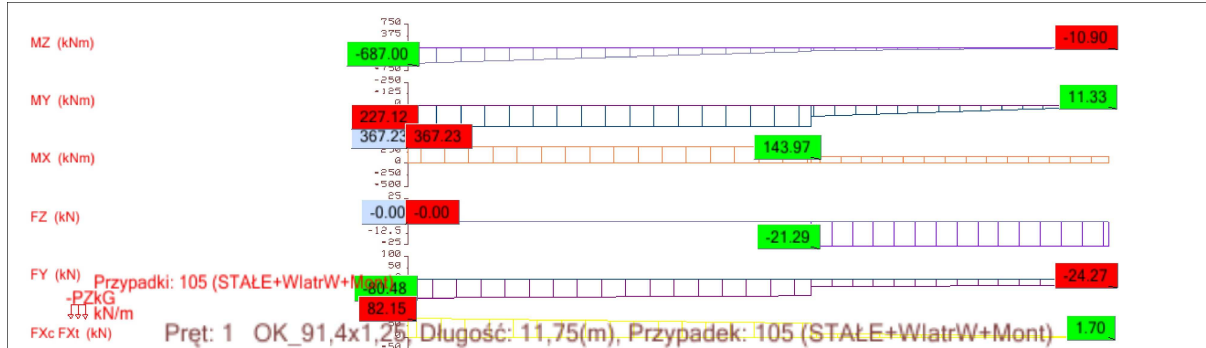
Działające obciążenia zawarto w przypadkach obciążeń:

Przypadek	Nazwa przypadku	Natura	Typ analizy
1	STA1 Ciężar własny urządzeń	ciężar własny	Statyka liniowa
2	obcych	ciężar własny	Statyka liniowa
3	Wiatr W	wiatr	Statyka liniowa
4	Wiatr E	wiatr	Statyka liniowa
5	Montażysta		Statyka liniowa
Stworzono kombinacje przypadków podstawowych:			
100	K1-Stałe	1+2	Kombinacja liniowa
101	stał +mont	1+2+5	Kombinacja liniowa
102	stałe + wiatrW	1+2+3	Kombinacja liniowa
104	stałe+wiatr E	1+2+4	Kombinacja liniowa
105	STAŁE+WiatrW+Mont	1+2+3+5	Kombinacja liniowa
106	Stałe+mont+wiatrE	1+2+4+5	Kombinacja liniowa

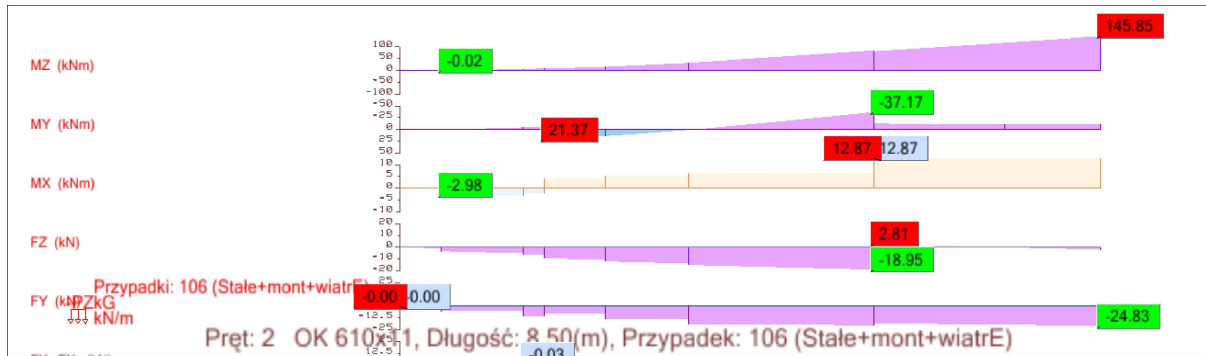
## 7.2. Wykresy sił wewnętrznych

Wykresy sił wewnętrznych dla najniekorzystniejszych przypadków, dla poszczególnych elementów przedstawiają się następująco:

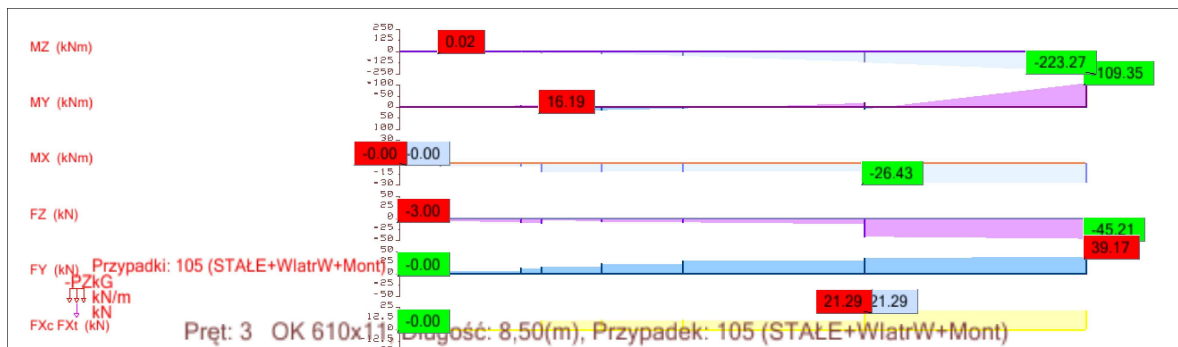
### Pręt 1 - Przypadki: 105 (STAŁE+WiatrW+Mont)



### Pręt 2 - Przypadki: 106 (Stałe+mont+wiatrE)

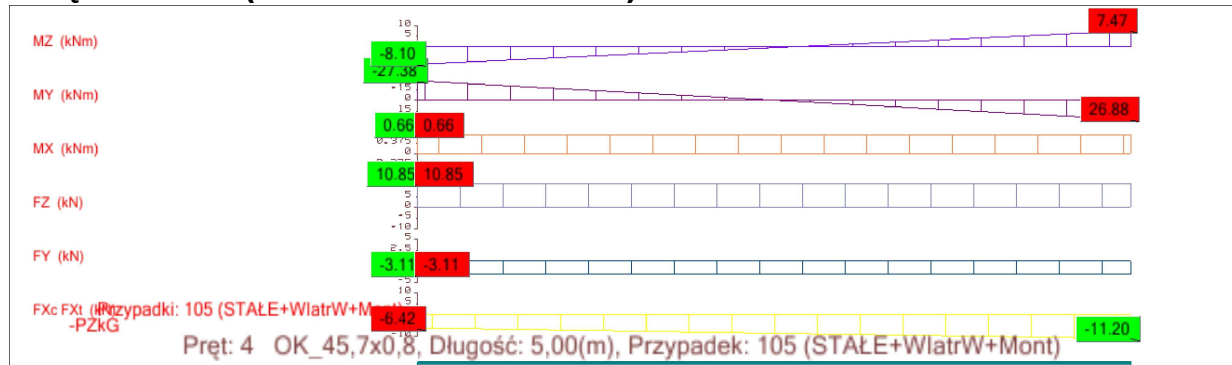


### Pręt 3 Przypadki: 105 (STAŁE+WiatrW+Mont)

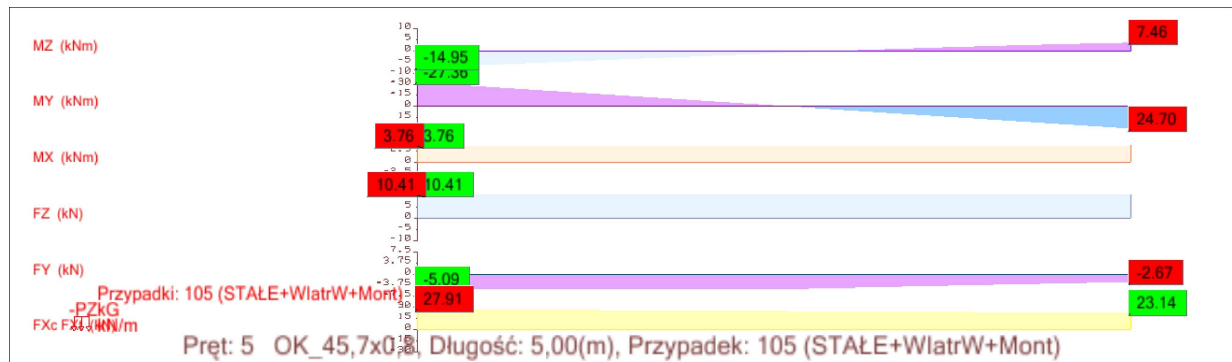




## PRĘT 4 - 105 (STAŁE+WiatrW+Mont) 1



## Pręt 5 Przypadki: 105 (STAŁE+WiatrW+Mont)



### 7.3. Wymiarowanie elementów konstrukcji:

- słup

działające obciążenie:

$$N_1 = 82.15 \text{ kN}$$

$$M_{1,y} = 227.12 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad T_{1,y} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{1,z} = 694.91 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad T_{1,z} = 80.89 \text{ kN}$$

$$M_{1,\text{skrec}} = 367.40 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

sprawdzenie warunku nośności - dwukierunkowe zginanie ze ściskaniem:

$$\frac{\frac{N_{\max.1}}{\phi_x \cdot N_{Rc.1}} + \frac{\beta_{x,x1} M_{\max.1x}}{\phi_L \cdot M_{R.1}} + \frac{\beta_{y,y1} \cdot M_{\max.1y}}{M_{R.1}}}{1 - \Delta_x} = 0.564$$

$$\frac{\frac{N_{\max.1}}{\phi_y \cdot N_{Rc.1}} + \frac{\beta_{x,x1} M_{\max.1x}}{\phi_L \cdot M_{R.1}} + \frac{\beta_{y,y1} \cdot M_{\max.1y}}{M_{R.1}}}{1 - \Delta_y} = 0.563$$

sprawdzenie warunku nośności – złożony stan naprężeń:

*Naprężenia normalne od siły osiowej:*

$$\sigma_{1.osiowa} = \frac{N_1}{A_1}$$

$$\sigma_{1.osiowa} = 2.321\text{MPa}$$

*Naprężenia normalne od momentu  $M1.y$*

$$\sigma_{1.M1y} = \frac{M_{1.y}}{W_{y.1}}$$

$$\sigma_{1.M1y} = 28.855\text{MPa}$$

*Naprężenia normalne od momentu  $M1.z$*

$$\sigma_{1.M1z} = \frac{M_{1.z}}{W_{z.1}}$$

$$\sigma_{1.M1z} = 88.286\text{MPa}$$

**Razem naprężenia normalne:**

$$\sigma_1 = \sigma_{1.osiowa} + \sigma_{1.M1y} + \sigma_{1.M1z}$$

$$\sigma_1 = 119.46\text{MPa}$$

*Naprężenia styczne od siły tnącej  $T1.y$ :*

$$\tau_{1.T1y} = \frac{T_{1.y} \cdot S_1}{I_1 \cdot b_1}$$

$$\tau_{1.T1y} = 0.00\text{MPa}$$

*Naprężenia styczne od siły tnącej  $T1.z$ :*

$$\tau_{1.T1z} = \frac{T_{1.z} \cdot S_1}{I_1 \cdot b_1}$$

$$\tau_{1.T1z} = 4.57\text{MPa}$$

*Naprężenia styczne od skręcania momentem  $M1.skrec$*

$$\tau_{1.M1skrec} = \frac{M_{1.skrec} \cdot 2 \cdot g_1}{I_{o.1}}$$

$$\tau_{1.M1skrec} = 1.28\text{MPa}$$

**Razem naprężenia styczne:**

$$\tau_1 = \sqrt{\tau_{1.T1y}^2 + \tau_{1.T1z}^2 + \tau_{1.M1skrec}^2}$$

$$\tau_1 = 5.85\text{MPa}$$

**Naprężenia zredukowane:**

$$\sigma_{1.zred} = \sqrt{\sigma_1^2 + (3 \cdot \tau_1)^2}$$

$$\sigma_{1.zred} = 120.74\text{MPa}$$

- rygiel górny

działające obciążenie:

$$N_3 = 21.29 \text{ kN}$$

$$M_{3,y} = 109.2 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad T_{3,y} = 44.90 \text{ kN}$$

$$M_{3,z} = 221.55 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad T_{3,z} = 38.67 \text{ kN}$$

$$M_{3,\text{skrec}} = 27.72 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

sprawdzenie warunku nośności - dwukierunkowe zginanie ze ściskaniem:

$$\frac{\frac{N_{\text{max.3}}}{\phi_x \cdot N_{Rc.3}} + \frac{\beta_{x,x3} M_{\text{max.3x}}}{\phi_L \cdot M_{R.3}} + \frac{\beta_{y,y3} \cdot M_{\text{max.3y}}}{M_{R.3}}}{1 - \Delta_x} = 0.513$$

$$\frac{\frac{N_{\text{max.3}}}{\phi_y \cdot N_{Rc.3}} + \frac{\beta_{x,x3} M_{\text{max.3x}}}{\phi_L \cdot M_{R.3}} + \frac{\beta_{y,y3} \cdot M_{\text{max.3y}}}{M_{R.3}}}{1 - \Delta_y} = 0.509$$

sprawdzenie warunku nośności – złożony stan naprężeń:

*Naprężenia normalne od siły osiowej:*

$$\sigma_{3,\text{osiowa}} = \frac{N_3}{A_3}$$

$$\sigma_{3,\text{osiowa}} = 1.029 \text{ MPa}$$

*Naprężenia normalne od momentu  $M_{3,y}$*

$$\sigma_{3,M3y} = \frac{M_{3,y}}{W_{y,3}}$$

$$\sigma_{3,M3y} = 35.866 \text{ MPa}$$

*Naprężenia normalne od momentu  $M_{3,z}$*

$$\sigma_{3,M3z} = \frac{M_{3,z}}{W_{z,3}}$$

$$\sigma_{3,M3z} = 72.760 \text{ MPa}$$

**Razem naprężenia normalne:**

$$\sigma_3 = \sigma_{3,\text{osiowa}} + \sigma_{3,M3y} + \sigma_{3,M3z}$$

$$\sigma_3 = 109.65 \text{ MPa}$$

Naprężenia styczne od siły tnącej  $T_{3,y}$ :

$$\tau_{3,T3y} = \frac{T_{3,y} \cdot S_3}{I_3 \cdot b_3} \quad \tau_{3,T3y} = 4.34 \text{ MPa}$$

Naprężenia styczne od skręcania momentem  $M_{3,skrec}$ :

$$\tau_{3,M3skrec} = \frac{M_{3,skrec} \cdot 2 \cdot g_3}{I_{o,3}} \quad \tau_{3,M3skrec} = 0.33 \text{ MPa}$$

**Razem naprężenia styczne:**

$$\tau_3 = \sqrt{\tau_{3,T3y}^2 + \tau_{3,T3z}^2 + \tau_{3,M3skrec}^2} \quad \tau_3 = 6.05 \text{ MPa}$$

**Naprężenia zredukowane:**

$$\sigma_{3,zred} = \sqrt{\sigma_3^2 + (3 \cdot \tau_3)^2} \quad \sigma_{3,zred} = 111.15 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{3,zred}}{f_{d1}} = 0.517 \quad \mathbf{0.517 < 1.00}$$

- rygiel dolny

działające obciążenie:

$$N_2 = 21.29 \text{ kN}$$

$$M_{2,y} = 11.47 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad T_{2,y} = 2.01 \text{ kN}$$

$$M_{2,z} = 145.85 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad T_{2,z} = 24.83 \text{ kN}$$

$$M_{2,skrec} = 12.87 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

sprawdzenie warunku nośności - dwukierunkowe zginanie:

$$\frac{\frac{N_{\max,2}}{\phi_x \cdot N_{Rc,2}} + \frac{\beta_{x,x2} M_{\max,2x}}{\phi_L \cdot M_{R,2}} + \frac{\beta_{y,y2} \cdot M_{\max,2y}}{M_{R,2}}}{1 - \Delta_x} = 0.249$$

$$\frac{\frac{N_{\max,2}}{\phi_y \cdot N_{Rc,2}} + \frac{\beta_{x,x2} M_{\max,2x}}{\phi_L \cdot M_{R,2}} + \frac{\beta_{y,y2} \cdot M_{\max,2y}}{M_{R,2}}}{1 - \Delta_y} = 0.245$$

sprawdzenie warunku nośności – złożony stan naprężeń:

*Naprężenia normalne od siły osiowej:*

$$\sigma_{2.osiowa} = \frac{N_2}{A_2}$$

$$\sigma_{2.osiowa} = 1.029\text{MPa}$$

*Naprężenia normalne od momentu  $M_{2.y}$ :*

$$\sigma_{2.M2y} = \frac{M_{2.y}}{W_{y.2}}$$

$$\sigma_{2.M2y} = 3.767\text{MPa}$$

*Naprężenia normalne od momentu  $M_{2.z}$ :*

$$\sigma_{2.M2z} = \frac{M_{2.z}}{W_{z.2}}$$

$$\sigma_{2.M2z} = 47.899\text{MPa}$$

**Razem naprężenia normalne:**

$$\sigma_2 = \sigma_{2.osiowa} + \sigma_{2.M2y} + \sigma_{2.M2z}$$

$$\sigma_2 = 52.69\text{MPa}$$

*Naprężenia styczne od siły tnącej  $T_{2.y}$ :*

Moment statyczny w połowie:

$$\tau_{2.T2y} = \frac{T_{2.y} \cdot S_2}{I_2 \cdot b_2}$$

$$\tau_{2.T2y} = 0.19\text{MPa}$$

*Naprężenia styczne od siły tnącej  $T_{2.z}$ :*

Moment statyczny w połowie:

$$\tau_{2.T2z} = \frac{T_{2.z} \cdot S_2}{I_2 \cdot b_2}$$

$$\tau_{2.T2z} = 2.40\text{MPa}$$

*Naprężenia styczne od skręcania momentem  $M_{2.skrec}$ :*

$$\tau_{2.M2skrec} = \frac{M_{2.skrec} \cdot 2 \cdot g_2}{I_{o.2}}$$

$$\tau_{2.M2skrec} = 0.15\text{MPa}$$

**Razem naprężenia styczne:**

$$\tau_2 = \sqrt{\tau_{2.T2y}^2 + \tau_{2.T2z}^2 + \tau_{2.M2skrec}^2}$$

$$\tau_2 = 2.56\text{MPa}$$

**Naprężenia zredukowane:**

$$\sigma_{2.zred} = \sqrt{\sigma_2^2 + (3 \cdot \tau_2)^2}$$

$$\sigma_{2.zred} = 53.25\text{MPa}$$

$$\frac{\sigma_{2.zred}}{f_{d1}} = 0.248$$

$$0.248 < 1.00$$

- słupek

działające obciążenie:

$$N_5 = 26.54 \text{ kN}$$

$$M_{5,y} = 27.45 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad T_{5,y} = 10.41 \text{ kN}$$

$$M_{5,z} = 14.71 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad T_{5,z} = 2.39 \text{ kN}$$

$$M_{5,\text{skrec}} = 4.19 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

sprawdzenie warunku nośności - dwukierunkowe zginanie:

$$\frac{\frac{N_{\text{max}.5}}{\phi_x \cdot N_{Rc.5}} + \frac{\beta_{x,x5} M_{\text{max}.5x}}{\phi_L \cdot M_{R.5}} + \frac{\beta_{y,y5} \cdot M_{\text{max}.5y}}{M_{R.5}}}{1 - \Delta_x} = 0.15$$

$$\frac{\frac{N_{\text{max}.5}}{\phi_y \cdot N_{Rc.5}} + \frac{\beta_{x,x5} M_{\text{max}.5x}}{\phi_L \cdot M_{R.5}} + \frac{\beta_{y,y5} \cdot M_{\text{max}.5y}}{M_{R.5}}}{1 - \Delta_y} = 0.15$$

sprawdzenie warunku nośności – złożony stan naprężeń:

*Naprężenia normalne od siły osiowej:*

$$\sigma_{5,\text{osiowa}} = \frac{N_5}{A_4} \quad \sigma_{5,\text{osiowa}} = 2.349 \text{ MPa}$$

*Naprężenia normalne od momentu  $M_{5,y}$*

$$\sigma_{5,M5y} = \frac{M_{5,y}}{W_{y,4}} \quad \sigma_{5,M5y} = 22.050 \text{ MPa}$$

*Naprężenia normalne od momentu  $M_{5,z}$*

$$\sigma_{5,M5z} = \frac{M_{5,z}}{W_{z,4}} \quad \sigma_{5,M5z} = 11.816 \text{ MPa}$$

**Razem naprężenia normalne:**

$$\sigma_5 = \sigma_{5,\text{osiowa}} + \sigma_{5,M5y} + \sigma_{5,M5z} \quad \boxed{\sigma_5 = 36.21 \text{ MPa}}$$

*Napężenia styczne od siły tnącej T5.y:*

Moment statyczny w połowie:

$$\tau_{5.T5y} = \frac{T_{5.y} \cdot S_4}{I_4 \cdot b_4} \quad \tau_{5.T5y} = 1.84 \text{MPa}$$

*Napężenia styczne od siły tnącej T5.z:*

$$\tau_{5.T5z} = \frac{T_{5.z} \cdot S_4}{I_4 \cdot b_4} \quad \tau_{5.T5z} = 0.42 \text{MPa}$$

*Napężenia styczne od skręcania momentem M5.skrec*

$$\tau_{5.M5skrec} = \frac{M_{5.skrec} \cdot 2 \cdot g_4}{I_{o.4}} \quad \tau_{5.M5skrec} = 0.12 \text{MPa}$$

**Razem napężenia styczne:**

$$\tau_5 = \sqrt{\tau_{5.T5y}^2 + \tau_{5.T5z}^2} + \tau_{5.M5skrec} \quad \tau_5 = 2.01 \text{MPa}$$

**Napężenia zredukowane:**

$$\sigma_{5.zred} = \sqrt{\sigma_5^2 + (3 \cdot \tau_5)^2} \quad \sigma_{5.zred} = 36.71 \text{MPa}$$

$$\frac{\sigma_{5.zred}}{f_{d1}} = 0.171 \quad \mathbf{0.171 < 1.00}$$

7.4. Wymiarowanie fundamentu

## PROJEKTOWANIE POSADOWIENIA

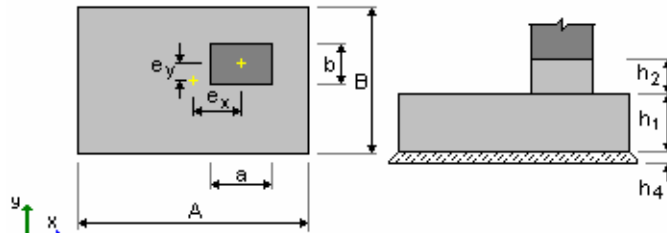
Stopa fundamentowa: Fundament1

Ilość: 1

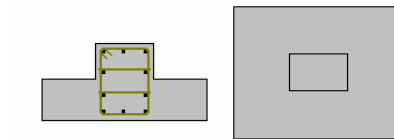
### 2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton :  $f_{c28} = 20,00$  (MPa)  
ciężar objętościowy = 2447,32 (kG/m<sup>3</sup>)
- Zbrojenie podłużne : typ 34GS fe = 350,00 (MPa)
- Zbrojenie poprzeczne : typ 18G2 fe = 310,00 (MPa)

### 2.2 Geometria:



A	= 6,30 (m)	a	= 2,00 (m)
B	= 6,30 (m)	b	= 2,00 (m)
h1	= 0,80 (m)	e <sub>x</sub>	= 0,00 (m)
h2	= 1,40 (m)	e <sub>y</sub>	= 0,00 (m)
h4	= 0,07 (m)		



c = 5,0 (cm)

## 2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia geotechniczne wg. Normy : PN-81/B-03020
- Obliczenia żelbetu wg. Normy : PN-B-03264 (2002)
- Dobór kształtu : stopa kwadratowa
- Wymiarowanie fundamentu na:
  - Nośność
  - Osiadanie średnie
    - S<sub>dop</sub> = 7,0 (cm)
    - czas realizacji budynku: t<sub>b</sub> < 12 miesięcy
    - λ = 1,00

## 2.4 Obciążenia:

### 2.4.1 Obciążenia fundamentu:

Przypadek	Natura	Grupa	Stan	N	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Nd/Nc
Wsp. max				(kN)	(kN)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)	----
G1	stałe	1	----	82,50	0,00	80,89	-694,91	227,12	----
1,10									

## 2.5 Grunt:

Poziom gruntu:	N <sub>1</sub>	= 0,00 (m)
Poziom trzonu słupa:	N <sub>a</sub>	= 0,20 (m)

### 1. PD 1

- Poziom gruntu: 0.00 (m)
- Miąższość: 2.20 (m)
- Ciężar właściwy gruntu mokrego: 1937.46 (kG/m<sup>3</sup>)
- Ciężar właściwy gruntu suchego: 2702.25 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrzznego: 29.9 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)
- IL / ID: 0.40
- Symbol konsolidacji: średnio zagęszczony
- Typ wilgotności: mokre
- M<sub>o</sub>: 51.52 (MPa)
- M: 64.40 (MPa)



## 2. PD 2

- Poziom gruntu: -2.20 (m)
- Miąższość: 1.00 (m)
- Ciężar właściwy gruntu mokrego: 1937.46 (kG/m<sup>3</sup>)
- Ciężar właściwy gruntu suchego: 2702.25 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 30.4 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)
- IL / ID: 0.50
- Symbol konsolidacji: średnio zagęszczony
- Typ wilgotności: mokre
- Mo: 62.20 (MPa)
- M: 77.74 (MPa)

## 2.6 Wyniki obliczeniowe:

### 2.6.1 Zbrojenie teoretyczne

#### Stopa:

$$\begin{aligned} \text{dolne:} \quad A_{sx} &= 10,47 \text{ (cm}^2\text{/m)} \\ A_{sy} &= 10,47 \text{ (cm}^2\text{/m)} \\ A_{s \text{ min}} &= 10,47 \text{ (cm}^2\text{/m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{górne:} \quad A'_{sx} &= 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)} \\ A'_{sy} &= 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)} \end{aligned}$$

#### Trzon słupa:

$$\begin{aligned} \text{Zbrojenie podłużne} \quad A &= 81,68 \text{ (cm}^2) & A_{\text{min}} &= 33,75 \text{ (cm}^2) \\ A &= 2 * (Asx + Asy) \\ Asx &= 6,28 \text{ (cm}^2) & Asy &= 34,56 \text{ (cm}^2) \end{aligned}$$

### 2.6.2 Rzeczywisty poziom posadowienia = -2,00 (m)

### 2.6.3 Analiza stateczności

#### Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe

Kombinacja wymiarująca **SGN: 1.10G1**

Współczynniki obciążeniowe: **1.10** \* ciężar fundamentu  
**1.20** \* ciężar gruntu

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 1945,77 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$$N_r = 2036,52 \text{ (kN)} \quad M_x = -960,16 \text{ (kN*m)} \quad M_y = 249,83 \text{ (kN*m)}$$

Mimośród działania obciążenia:

$$e_B = 0,47 \text{ (m)} \quad e_L = 0,47 \text{ (m)}$$

Wymiary zastępcze fundamentu:  $B_{\text{~}} = 5,36 \text{ (m)}$   $L_{\text{~}} = 5,36 \text{ (m)}$

Głębokość posadowienia:  $D_{\text{min}} = 2,00 \text{ (m)}$

Współczynniki nośności:

$$N_B = 4.61$$

$$N_C = 23.81$$

$$N_D = 13.10$$

Współczynniki wpływu nachylenia obciążenia:

$$i_B = 0.84$$

$$i_C = 0.89$$

$$i_D = 0.94$$

Parametry geotechniczne:

$$c_u = 0.00 \text{ (MPa)}$$

$$\phi_u = 26,93$$

$\rho_D = 1743.71 \text{ (kG/m}^3\text{)}$   $\rho_B = 1743.71 \text{ (kG/m}^3\text{)}$   
Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 40689,59 \text{ (kN)}$   
Naprężenie w gruncie:  $0.06 \text{ (MPa)}$   
Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f * m / N_r = 16.18$

### Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe  
Kombinacja wymiarująca **SGU: 1.00G1**  
Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu  
**1.00** \* ciężar gruntu  
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $G_r = 1691,28 \text{ (kN)}$   
Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego:  $q = 0,05 \text{ (MPa)}$   
Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 2,20 \text{ (m)}$   
Naprężenie na poziomie z:  
- dodatkowe:  $\sigma_{zd} = 0,02 \text{ (MPa)}$   
- wywołane ciężarem gruntu:  $\sigma_{z\gamma} = 0,06 \text{ (MPa)}$   
Osiadanie:  
- pierwotne  $s' = -0,1 \text{ (cm)}$   
- wtórne  $s'' = 0,0 \text{ (cm)}$   
- CAŁKOWITE  $S = 0,1 \text{ (cm)} < S_{adm} = 7,0 \text{ (cm)}$   
Współczynnik bezpieczeństwa:  $58.99$

### Odrywanie

#### Odrywanie w SGN

Kombinacja wymiarująca **SGN: 1.10G1**  
Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu  
Powierzchnia odrywana:  $s = 100,00 \text{ (\%)}$   
Limit powierzchni odrywanej:  $s_{lim} = 100,00 \text{ (\%)}$

### Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca **SGN: 1.10G1**  
Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu  
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $G_r = 1522,15 \text{ (kN)}$   
Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 1612,90 \text{ (kN)}$   $M_x = -960,16 \text{ (kN*m)}$   $M_y = 249,83 \text{ (kN*m)}$   
Wymiary zastępcze fundamentu:  $A_ = 5,99 \text{ (m)}$   $B_ = 5,11 \text{ (m)}$   
Współczynnik tarcia fundament - grunt:  $\mu = 0,40$   
Kohezja:  $C = 0.00 \text{ (MPa)}$   
Współczynnik redukcji spójności gruntu =  $0,20$   
Wartość siły poślizgu  $F = 88,98 \text{ (kN)}$   
Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:  
- na poziomie posadowienia:  $F(\text{stab}) = 648,91 \text{ (kN)}$   
Stateczność na przesunięcie:  $F(\text{stab}) * m / F = 5.25$

### Obrót

#### Wokół osi OX

Kombinacja wymiarująca **SGN: 1.10G1**  
Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu  
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $G_r = 1522,15 \text{ (kN)}$   
Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 1612,90 \text{ (kN)}$   $M_x = -960,16 \text{ (kN*m)}$   $M_y = 249,83 \text{ (kN*m)}$   
Moment stabilizujący:  $M_{\text{stab}} = 5080,64 \text{ (kN*m)}$   
Moment obracający:  $M_{\text{renv}} = 960,16 \text{ (kN*m)}$

Stateczność na obrót:  $M_{stab} \cdot m / M = 3.81$

#### Wokół osi OY

Kombinacja wymiarująca: **SGN: 1.10G1**  
Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 1522,15$  (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$N_r = 1612,90$  (kN)  $M_x = -960,16$  (kN\*m)  $M_y = 249,83$  (kN\*m)

Moment stabilizujący:  $M_{stab} = 5080,64$  (kN\*m)

Moment obracający:  $M_{renv} = 249,83$  (kN\*m)

Stateczność na obrót:  $M_{stab} \cdot m / M = 14.64$

#### **Ścinanie**

Kombinacja wymiarująca: **SGN: 1.10G1**  
Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu

Obciążenie wymiarujące:

$N_r = 1612,90$  (kN)  $M_x = -960,16$  (kN\*m)  $M_y = 249,83$  (kN\*m)

Długość obwodu krytycznego:  $6,30$  (m)

Siła ścinająca:  $189,21$  (kN)

Wysokość użyteczna przekroju:  $h_{eff} = 0,74$  (m)

Powierzchnia ścinania:  $A = 4,66$  (m<sup>2</sup>)

$f_{tj} = 0,89$  (MPa)

Współczynnik bezpieczeństwa:  $9.20$

## **2.7 Zbrojenie:**

### **2.7.1 Stopa:**

#### **Dolne:**

Wzdłuż osi X:

21 18 G2 20,0

Wzdłuż osi Y:

21 18 G2 20,0

### **2.7.2 Trzon**

21 18 G2 20,0

#### **Zbrojenie poprzeczne**

8 St 0S 10,0

## **OBRÓT W OKÓŁ OSI PIONOWEJ SŁUPA**

Działające obciążenie:

Moment skręcający  $M_s = 367,4$  kNm

Określono naprężenia styczne od skręcania na poziomie podstawy fundamentu:

$$\tau = \frac{M_s \cdot r}{I_{xy}} = \frac{367,4}{2 \frac{6,3 \cdot 6,3^3}{12}} \sqrt{6,3^2 + 6,3^2} = 12,46 \text{ kPa}$$

- Określono graniczną wartość naprężeń

$$\tau_f = \sigma \cdot \text{tg} \Phi_u^r = \frac{N_r}{A \cdot B} \cdot \text{tg} 30 = \frac{1612}{6,3 \cdot 6,3} 0,58 = 23,56 \text{ kPa}$$

- Współczynnik bezpieczeństwa:  $\frac{m \cdot \tau_f}{\tau} = \frac{0,9 \cdot 0,9 \cdot 23,56}{12,46} = 1,53 \geq 1$

warunek na zachowanie nośności na ścinanie na poziomie podstawy fundamentu został zachowany.

Sprawdzenie nośności przekroju betonowego na skręcanie

Sprawdzenia dokonano w przekroju betonowym na poziomie górnej podstawy.

Wyznaczono naprężenia główne przy skręcaniu:

$$\sigma_{g,max} = \frac{Q}{bz} + \frac{M_t}{W_t} = \frac{80,89}{2,0 \cdot 0,85 \cdot 2,0} + \frac{367,4}{0,208 \cdot 2,0^2 \cdot 2,0} = 23,80 + 221 = 245 \text{ kPa} = 0,245 \text{ MPa}$$

Naprężenie rozciągające są mniejsze o wytrzymałości betonu B20 na rozciąganie:

$$\sigma_{g,max} = 0,245 \text{ MPa} \leq f_{ctd} = 0,87 \text{ MPa}$$

Zbrojenie elementu żelbetowego na skręcanie jest zbędne, naprężenia zostaną przeniesione przez beton.

### 7.5. Stan graniczny przemieszczeń

Maksymalne przemieszczenie pionowe nastąpiło w węźle 3 wyniosło

U = 2,05cm i jest mniejsze od wartości granicznej (tab. 4 normy stalowej)

$$u_{lim} = l/200 = 850 / 200 = 4,25 \text{ cm}$$

Maksymalne przemieszczenie poziome wystąpiło w węźle 3 i wyniosło:

$$U = 7,505 \text{ cm i jest mniejsze od wartości granicznej } u_{lim} = h/150 = 1150 / 150 = 7,666 \text{ cm.}$$

### 8. Zestawienie materiałów

Stal konstrukcyjna

SŁUP (Element I)						STAL			
						ST3S	ST3SY	ST3SX	
Poz.	Rury ze szwem	długość	szt.	długość łącznie	masa 1 mb	kg	kg	kg	
1.1	Ro 914x12.5	5,997	1	6,00	278			1667,17	
	<b>Blachy</b>	pow.	grubość	masa 1 el.	szt.				
		cm2	mm	kg					
bl. 1.1	fi 1200x20	11310	20	177,56	1		178		
bl. 1.2	fi 1300x38	13273	38	395,94	1	396			
bl. 1.3	12x133x230	306	12	2,88	12			35	
bl. 1.4	20x200x300	600	20	9,42	12		113		
bl. 1.5	12x250x550	1375	12	12,95	1			13	
bl. 1.6	12x200x260	520	12	4,90	2			10	
bl. 1.7	10x30x200	60	10	0,471	1			1	
						<b>Łącznie dla el.I</b>	<b>396</b>	<b>291</b>	<b>1724</b>
						<b>Dod. na spoiny 1,8%</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>31</b>
						<b>Ogółem w el.I [kg]</b>	<b>403</b>	<b>296</b>	<b>1756</b>
						<b>Razem</b>	<b>2454</b>		

RYGIEL DOLNY (Element II)						STAL		
						ST3S	ST3SY	ST3SX
Poz.	Rury ze szwem	długość	szt.	długość łącznie	masa 1 mb	kg	kg	kg
2.1	Ro 914x12.5	2.86	1	2.86	278			795
2.2	Ro 610x11	8.06	1	8.06	162			1306
2.3	Ro 457x8	1.998	2	4.00	113			452
		pow.	grubość	masa 1 el.	szt.			
	<b>Blachy</b>	cm2	mm	kg				
bl 2.1	fi 640x12	3217	12	30.30	2			61
bl 2.2	fi 1200x20	11309.7	20	177.56	1		178	
bl 2.3	fi 1200x20	11309.7	20	177.56	1		178	
bl 2.4	fi 615x6	2970.57	6	13.99	1			14
bl 2.5	16x300x500	1500	16	18.84	4		75	
bl 2.6	12x92x550	506	12	4.77	4			19
bl 2.7	12x80x150	120	12	1.13	20			23
bl 2.8	12x133x230	299	12	2.82	24			68
Łącznie dla el.I						<b>0</b>	<b>430</b>	<b>2736</b>
Dod. na spoiny 1,8%						<b>0</b>	<b>8</b>	<b>49</b>
<b>Ogółem w el.I [kg]</b>						<b>0</b>	<b>438</b>	<b>2785</b>
<b>Razem</b>						<b>3224</b>		

RYGIEL GÓRNY (Element III)						STAL		
						ST3S	ST3SY	ST3SX
Poz.	Rury ze szwem	długość	szt.	długość łącznie	masa 1 mb	kg	kg	kg
3.1	Ro 914x12.5	2.81	1	2.81	278			781
3.2	Ro 610x11	8.06	1	8.06	162			1306
3.3	Ro 457x8	2.186	2	4.37	113			494
		pow.	grubość	masa 1 el.	szt.			
	Blachy	cm2	mm	kg				
bl								
3.1	fi 640x12	3217	12	30.30	2			61
3.2	fi 1200x20	11309.7	20	177.56	1		178	
3.3	12x92x550	495	12	4.66	4			19
3.4	16x300x702	2106	16	26.45	4		106	
3.5	12x80x150	120	12	1.13	20			23
3.6	12x133x230	299	12	2.82	12			34
3.7	fi 615x6	2970.57	6	13.99	1			14
3.8	fi 920x6	6647.61	6	31.31	1			31
Łącznie dla el.I						<b>0</b>	<b>283</b>	<b>2762</b>
Dod. na spoiny 1,8%						<b>0</b>	<b>5</b>	<b>50</b>
<b>Ogółem w el.I [kg]</b>						<b>0</b>	<b>288</b>	<b>2812</b>
<b>Razem</b>						<b>3100</b>		

Płatwie (element IV)	długość	szt.	długość łącznie	masa 1 mb	ST3SX masa łącznie
	[m]		[m]	[kg/m]	kg
IPE 160	5.3	4	21,2	15.8	<b>335</b>

Łącznie stal konstrukcyjna :

St3S	403kg
St3SY	5952kg
St3SX	1022kg
<b>RAZEM</b>	<b>7377 kg</b>

## Łączniki

### - Śruby

Średnica	długość mm	klasa	ilość	masa kg/1000szt.	Łącznie masa
M10	40	4.8	24	33.4	0.8016
M12	55	4.8	20	58.1	1.162
M20	100	4.8	12	303	3.636
M24	100	6.8	12	417	5.004

### - Nakrętki

Średnica	klasa	ilość
M10	5	48
M12	5	40
M20	5	24
M24	8	24
M42	10	36

## Fundament żelbetowy:

### - Stal 18G2

Nr pręta	# [mm]	L [mm]	Liczba [mm]	Dł. Łączna [m]
				#20
1	20	6160	42	259
2	20	3320	42	139
Razem [m]				398
Masa [kg/m]				2,47
Razem [kg]				984

### - Stal St0s

Nr pręta	φ [mm]	L [mm]	Liczba [mm]	Dł. Łączna [m]
				φ10
3	10	7760	8	62.08
4	10	3984	6	23.90
Razem [m]				85.98
Masa [kg/m]				0,617
Razem [kg]				53

Beton C20/25 (B25): 35,8m<sup>3</sup>

Beton C8/10 (B10): 4.3m<sup>3</sup>

Kotwy płytkowe φ42 - stal S355 (l=2000)

wg. PN-B-03215/1998: 12 szt.

---

Projektant:

.....

# ***CZĘŚĆ RYSUNKOWA***